

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 7 日
Date of Application:

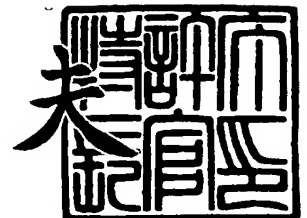
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 5 0 9 1 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 5 0 9 1 9]

出 願 人 株式会社日立製作所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 9 3 9 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 GM0301037

【提出日】 平成15年 2月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01S 5/14
H04B 7/26

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 恒原 克彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 藤嶋 堅三郎

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075513

【弁理士】

【氏名又は名称】 後藤 政喜

【選任した代理人】

【識別番号】 100084537

【弁理士】

【氏名又は名称】 松田 嘉夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100114236

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤井 正弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0110326

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 移動端末の位置計算方法、測位システム及び位置算出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基地局と移動端末との間で送受信される無線信号の伝搬距離差を用いて移動端末の位置を算出する移動端末の位置計算方法において、

複数の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離の差を求める伝搬距離差測定処理と、

前記移動端末が前記複数の基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する基地局近傍判定処理と、

前記移動端末が前記基地局のいずれの近傍にも存在しないと判定された場合に、移動端末の位置を算出する通常の位置計算処理と、

前記移動端末が前記基地局のうち特定の基地局の近傍に存在すると判定された場合に、移動端末の位置を計算する基地局近傍位置計算処理と、

前記基地局近傍位置計算処理又は前記通常の基地局位置計算処理で計算された前記移動端末の位置を出力する端末位置出力処理とを含む位置計算方法。

【請求項 2】

前記基地局近傍判定処理は、

前記複数の基地局のうち一の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離と、他の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離との差が、前記一の基地局と前記他の基地局との間の距離に対して所定の範囲内にあるか否かを判定し、

前記基地局いずれについての伝搬距離差も基地局間距離の所定の範囲内でない場合は、前記移動端末は、前記基地局のいずれの近傍にも存在しないと判定し、

前記基地局のいずれかについての伝搬距離差が基地局間距離の所定の範囲内にある場合は、前記移動端末は、前記条件を満足する基地局の近傍に存在すると判定する請求項 1 に記載の位置計算方法。

【請求項 3】

前記所定の範囲は、移動端末の位置の要求精度に応じた範囲であることを特徴とする請求項 2 に記載の位置計算方法。

【請求項 4】

前記基地局近傍判定処理は、
前記移動端末における前記複数の基地局からの信号の受信品質を測定し、
前記受信品質と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が、前記基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する請求項 1 に記載の位置計算方法。

【請求項 5】

前記基地局近傍判定処理は、
前記移動端末における前記複数の基地局からの信号の受信品質を測定し、
前記測定された受信品質の最大値と当該最大値を与える基地局を探索し、
前記探索された受信品質の最大値と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が、前記基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する請求項 1 に記載の位置計算方法。

【請求項 6】

前記基地局近傍判定処理は、
前記複数の基地局における前記移動端末からの信号の受信品質を測定し、
前記受信品質と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が、前記基地局のいずれかの基地局の近傍に存在するか否かを判定する請求項 1 に記載の位置計算方法。

【請求項 7】

前記基地局近傍判定処理は、
前記複数の基地局における前記移動端末からの信号の受信品質を測定し、
前記測定された受信品質のうち最大値と当該最大値で受信する基地局を探索し、
前記探索された受信品質の最大値と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が、前記基地局のいずれかの基地局の近傍に存在するか否かを判定する請求項 1 に記載の位置計算方法。

【請求項 8】

前記基地局近傍位置計算処理は、前記移動端末の近傍に存在すると判定された

基地局の位置を前記移動端末の位置とする請求項 1 から 7 のいずれか一つに記載の位置計算方法。

【請求項 9】

前記基地局近傍位置計算処理は、前記伝搬距離差測定処理で求められた伝搬距離差を用いて得られる移動端末位置の複数の候補を計算し、前記計算された移動端末の位置の複数の候補を合成して前記移動端末の位置とする請求項 1 から 8 のいずれか一つに記載の位置計算方法。

【請求項 1 0】

基地局と移動端末との間で送受信される無線信号を受信して、その伝搬距離差を用いて移動端末の位置を算出する測位システムにおいて、

複数の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離の差を求める伝搬距離差測定手段と、

前記移動端末が前記基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する基地局近傍判定手段と、

前記移動端末が前記基地局のいずれの近傍にも存在しないと判定された場合に、移動端末の位置を算出する通常的位置計算手段と、

前記移動端末が前記基地局のうち特定の基地局の近傍に存在すると判定された場合に、移動端末の位置を計算する基地局近傍位置計算手段と、

前記基地局近傍位置計算処理又は前記通常的位置計算手段によって計算された前記移動端末の位置を出力する端末位置出力手段とを含む測位システム。

【請求項 1 1】

前記基地局近傍判定手段は、

前記複数の基地局のうち一つの基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離と、前記複数の基地局のうち他の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離との差が、前記一つの基地局と前記他の基地局との間の距離に対して所定の範囲内に存在するか否かを判定し、

前記基地局いずれについての伝搬距離差も基地局間距離の所定の範囲内にない場合は、前記移動端末は、前記基地局のいずれの近傍にも存在しないと判定し、

前記基地局のいずれかについての伝搬距離差が基地局間距離の所定の範囲内に

ある場合は、前記移動端末は、前記条件を満足する基地局の近傍に存在すると判定する請求項 10 に記載の測位システム。

【請求項 12】

前記所定の範囲は、移動端末の位置の要求精度に応じた範囲であることを特徴とする請求項 11 に記載の測位システム。

【請求項 13】

前記基地局近傍判定手段は、
前記移動端末における前記複数の基地局からの信号の受信品質を測定し、
前記受信品質と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が前記基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する請求項 10 に記載の測位システム。

【請求項 14】

前記基地局近傍判定手段は、
前記移動端末における前記複数の基地局からの信号の受信品質を測定し、
前記測定された受信品質の最大値と当該最大値を与える基地局を探索し、
前記探索された受信品質の最大値と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が前記基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する請求項 10 に記載の測位システム。

【請求項 15】

前記基地局近傍判定手段は、
前記複数の基地局における前記移動端末からの信号の受信品質を測定し、
前記受信品質と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が前記基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する請求項 10 に記載の測位システム。

【請求項 16】

前記基地局近傍判定手段は、
前記複数の基地局における前記移動端末からの信号の受信品質を測定し、
前記測定された受信品質のうち最大値と当該最大値で受信する基地局を探索し

前記探索された受信品質の最大値と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が前記基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する請求項 10 に記載の測位システム。

【請求項 17】

前記基地局近傍位置計算手段は、前記移動端末の近傍に存在すると判定された基地局の位置を前記移動端末の位置とする請求項 10 から 16 のいずれか一つに記載の測位システム。

【請求項 18】

前記基地局近傍位置計算手段は、前記伝搬距離差測定手段によって求められた伝搬距離差を用いて得られる移動端末位置の複数の候補を計算し、前記計算された移動端末の位置の複数の候補を合成して前記移動端末の位置とする請求項 10 から 17 のいずれか一つに記載の測位システム。

【請求項 19】

基地局と移動端末との間で送受信される無線信号を受信して、その伝搬距離差を用いて移動端末の位置を算出する位置算出装置において、

複数の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離の差を求める伝搬距離差測定手段と、

前記移動端末が前記基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する基地局近傍判定手段と、

前記移動端末が前記基地局のいずれの近傍にも存在しないと判定された場合に、移動端末の位置を算出する通常の位置計算手段と、

前記移動端末が前記基地局のうち特定の基地局の近傍に存在すると判定された場合に、移動端末の位置を計算する基地局近傍位置計算手段と、

前記基地局近傍位置計算処理又は前記通常の位置計算手段によって計算された前記移動端末の位置を出力する端末位置出力手段とを含む位置算出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】

本発明は無線信号を用いて移動端末の位置を測定するための位置計算方法、測

位システム及び位置算出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

セルラ電話システムにおいて、基地局から移動端末に送信される信号を用いて移動端末の現在位置を算出する方法としては、例えば、特許文献1に記載されるような方法が提案されている。

【0003】

特許文献1に記載された移動端末の現在位置測定方法（図14、図15）では、まず、伝搬距離差測定処理110において、移動端末から各基地局までの信号の伝搬距離の差を測定する。具体的には、以下に述べる処理を行う。移動端末104は3つのセルラ電話基地局101、102及び103から送信された信号を受信する。この際、移動端末104は各基地局からの信号の受信時間をそれぞれ記録する。次にそれらの差分を計算することにより、各基地局から移動端末までの信号の伝搬時間差 $T_1 - T_2$ 及び $T_3 - T_2$ を計算する。最後に前記伝搬時間差に光速を乗算することにより、移動端末から各基地局までの信号の伝搬距離の差 $D_1 - D_2 = c(T_1 - T_2)$ 及び $D_3 - D_2 = c(T_3 - T_2)$ を算出する。

【0004】

次に、三辺測量位置計算ステップ111において、三辺測量の原理を用いて、移動端末の位置を計算する。具体的には、伝搬距離差測定処理110で測定された伝搬距離差 $D_1 - D_2$ 及び $D_3 - D_2$ と移動端末の位置（X，Y）の間に成立する数式1の関係を、移動端末位置（X，Y）を未知数として解く。ここでcは光速、数式1の D_N （ $N = 1, 2, 3$ ）は移動端末から基地局Nまでの距離を表す。

【0005】

【数1】

$$c(T_1 - T_2) = D_1 - D_2$$

$$c(T_3 - T_2) = D_3 - D_2$$

$$D_N = \{(X - X_N)^2 + (Y - Y_N)^2\}^{1/2} \quad (N=1, 2, 3)$$

最後に端末位置出力ステップ 112 において、数式 1 を解いて得られた移動端末位置を、位置計算結果として出力する。

【0006】

また、移動端末が送信した信号を複数の基地局で受信して移動端末の現在位置を算出する方法として、例えば、同出願人が先に出願した特願 2002-260772 号に開示される、無線 LAN の信号を用いる方法がある。

【0007】

【特許文献 1】

特開平 7-181242 号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

第一に従来の方法では移動端末位置を求められない場合がある。例えば、伝搬時間差の測定誤差の影響により、 $|c(T_1 - T_2)| > D_{12}$ (D_{12} は基地局 1 と基地局 2 の間の距離) となった場合、移動端末、基地局 1 及び基地局 2 の間で三角形の成立条件が満足されず、数式 1 は実数解を持たない。特に移動端末が基地局のすぐ近くに存在する場合、わずかな測定誤差によって上記条件が成立してしまうため、数式 1 が実数解を持たなくなる確率が増大する。このような場合、従来の方法では移動端末位置を求めることができない。

【0009】

また、数式 1 は一般に複数の解を持つ。移動端末が基地局近傍に存在する場合、数式 1 の複数の解は当該基地局の近辺に存在する。このため当該複数の解から移動端末位置として適切な解を選択することができない。よって、この場合にも、移動端末位置を求めることができない。

【0010】

このように移動端末が基地局の近傍に位置する場合に、移動端末の位置を求められなくなって、位置情報サービスが提供されるエリアが狭くなり、利便性が低下する。

【0011】

第二に位置情報サービスのコスト上昇を招く場合がある。数式 1 は解析的に解

くことが困難であるため、一般に繰り返し演算によって解を求める方法がとられる。この方法は演算量が多く、条件によっては数十万回の演算が必要になる場合があり、位置計算を実施する演算器に高い負荷を与える。これは数百m程度の位置測定誤差を許容するようなアプリケーション、例えば天気予報や道路の渋滞案内等、を利用する際には、必要以上の性能を持つ演算器が必要となり、移動端末や位置情報サービスのコストの上昇を招く。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明では、前述した第一の課題を解決するために、移動端末が基地局近傍に存在するか否かを判定するステップを設け、移動端末が基地局近傍に存在すると判定された場合は、移動端末が基地局の近傍に位置する場合に適する位置計算方法によって移動端末位置を計算する。

【0013】

また、本発明では、前述した第二の課題を解決するために、位置計算時の演算量を制御するためのパラメータを導入し、要求される位置測定精度に応じて当該パラメータを適切な値に設定して位置計算の演算量を制御する。

【0014】

【発明の作用及び効果】

本発明は、基地局と移動端末との間で送受信される無線信号の伝搬距離差を用いて移動端末の位置を算出する移動端末の位置計算方法において、複数の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離の差を求める伝搬距離差測定処理と、前記移動端末が前記複数の基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する基地局近傍判定処理と、前記移動端末が前記基地局のいずれの近傍にも存在しないと判定された場合に、移動端末の位置を算出する通常の位置計算処理と、前記移動端末が前記基地局のうち特定の基地局の近傍に存在すると判定された場合に、移動端末の位置を計算する基地局近傍位置計算処理と、前記基地局近傍位置計算処理又は前記通常の位置計算処理で計算された前記移動端末の位置を出力する端末位置出力処理とを含むので、移動端末が基地局の近傍に存在する場合においても、精度良く且つ安定して移動端末の位置を測定することが可能となる。これにより、

位置情報サービスの提供可能エリアが拡大し、利便性の向上を図ることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0016】

図1は、本発明の実施の形態の位置計算方法のフローチャートである。

【0017】

図15の従来の位置計算方法と同一の機能を持つステップには同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0018】

まず、伝搬距離差測定処理によって移動端末と各基地局までの信号の伝搬距離の差を測定する（ステップ110）。この伝搬距離差の測定は、従来の方法と同様に、各基地局が送信した信号を移動端末で受信し、各基地局から移動端末までの信号の受信タイミングから、伝搬時間差を求める方法を用いればよい。また逆に、移動端末が送信した信号を各基地局で受信し、移動端末から各基地局までの信号の受信タイミングから、伝搬時間差を求める方法を用いてもよい。

【0019】

さらに、伝搬距離差の測定の別な方法として、移動端末における各基地局からの信号の受信電力による方法を用いることもできる。例えば、移動端末は各基地局からの信号の受信電力 P_N （ $N=1, 2, 3$ ）を測定する。一般に移動端末での信号の受信電力は、基地局から移動端末までの距離の α 乗に反比例し、

$$P_N = A_N \times D_N^{-\alpha}$$

の関係が成立する。ここで P_N は測定で得られる信号の受信電力、 A_N は基地局での信号送信電力やアンテナゲイン等で決定される既知の係数、 α は仮定する伝搬路モデルから決定される既知の伝搬定数である。よって、移動端末で信号受信電力 P_N を測定することにより、上式を変形した

$$D_N = (P_N / A_N)^{-1/\alpha}$$

を用いて、移動端末から各基地局までの距離 D_N が求められる。こうして求めら

れたDNの差を求めることにより伝搬距離差の測定値（すなわち、前述した数式1の左辺に対応する値）が得られる。また逆に、各基地局における移動端末からの信号の受信電力を利用して、上記と同様の方法を実施してもよい。

【0020】

次に、基地局近傍判定処理を実行し、移動端末が基地局の近傍に存在するか否かの判定を行う（ステップ200）。移動端末が基地局の近傍に存在しないと判定すると、従来の方と同様に、ステップ110で求めた伝搬距離差に基づく三辺測量の原理を用いた通常の位置計算処理を行う（ステップ111）。

【0021】

一方、移動端末がいずれかの基地局の近傍に存在すると判定すると、基地局近傍位置計算処理を実行し、後述する特定の基地局の近傍に存在する場合に適する方法によって移動端末の位置を計算する（ステップ201）。そして、三辺測量による通常の位置計算処理（ステップ111）又は基地局近傍位置計算処理（ステップ201）によって求めた端末位置を、データ出力先のアプリケーションとの間で予め定められた形式に変換し、移動端末位置の計算結果を出力して（ステップ112）、端末の位置測定を終了する。

【0022】

次に、基地局近傍判定処理（図1ステップ200）の判定方法を説明する。

【0023】

図2は、本発明の実施の形態の無線システムの構成図である。

【0024】

移動端末が第一の基地局の近傍に存在する場合、第二の基地局と移動端末の間の伝搬距離と、第一の基地局と移動端末の間の伝搬距離の差は、第一の基地局と第二の基地局の間の距離にほぼ等しくなる。例えば、図2に示すように、移動端末が基地局2の近傍に存在する場合、基地局2と移動端末の間の伝搬距離 R_2 が小さくなり、基地局1と移動端末の間の伝搬距離 R_1 と、基地局2と基地局1の間の距離 D_{12} とがほぼ等しくなることから、両基地局と移動端末の間の伝搬距離の差（ $R_1 - R_2$ ）は、基地局1と基地局2との間の距離 D_{12} にほぼ等しくなる。この性質を利用して、N局の基地局（基地局1～基地局N）に対して、次に示す

数式 2 を満足する基地局 W が存在する場合、移動端末は基地局 W の近傍に存在すると判定する。

【0025】

【数 2】

$$D_{vw} - B \leq R_v - R_w \leq D_{vw} + B$$

($V=1, 2, \dots, N$ 、ただし W を除く)

数式 2 において、 D_{vw} は基地局 V と基地局 W の間の距離を表す。また、 $R_v - R_w$ は伝搬距離差測定ステップ 110 で測定された、基地局 V と移動端末の間の信号の伝搬距離と、基地局 W と移動端末の間の信号の伝搬距離との差を表す。また、B は基地局近傍判定に用いるパラメータで、基地局周辺の広い範囲を基地局近傍と判定する場合は大きな値を、基地局周辺の狭い範囲を基地局近傍と判定する場合は小さな値を設定すればよい。例えば、天気予報や渋滞情報のように、位置測定の精度が数百メートルで低い精度でもよい場合、B の値も要求される位置測定精度と同等の数百メートルとする。一方、ナビゲーションのように十メートル程度の高い精度の位置測定が要求される場合は、B の値も要求される位置測定精度と同等の十メートル程度とする。

【0026】

すなわち、数式 2 では、二つの基地局からの伝搬距離差 $R_v - R_w$ が、両基地局間の距離 D_{vw} から所定の誤差範囲 B にあるか否かを判定する。

【0027】

図 3 は、図 2 のように移動端末が受信可能な基地局数が 3 の場合の、数式 2 を用いた基地局近傍判定処理（図 1 のステップ 200）の第 1 例のフローチャートである。

【0028】

まず、移動端末が基地局 1 の近傍に存在するか否かを数式 2 を用いて判定する（ステップ 300）。基地局 1 と基地局 2 との関係及び基地局 1 と基地局 3 との

関係の各々において数式 2 の関係が成立するかを判定した結果、双方の伝搬距離差が両基地局の実距離の所定の誤差範囲内 ($\pm B$) に属すると判定されると、移動端末は基地局 1 の近傍に存在すると判定し (ステップ 310)、基地局近傍位置計算処理 (図 1 のステップ 201) へ進む。

【0029】

同様に、基地局 1 と基地局 2 との関係及び基地局 2 と基地局 3 との関係の各々において数式 2 の関係が成立するかによって、移動端末が基地局 2 の近傍に存在するか否かを判定し (ステップ 301)、その結果、双方の伝搬距離差が両基地局の実距離の所定の誤差範囲内 ($\pm B$) に属すると判定されると、移動端末は基地局 2 の近傍に存在すると判定し (ステップ 311)、基地局近傍位置計算処理 (図 1 のステップ 201) へ進む。

【0030】

同様に、基地局 1 と基地局 3 との関係及び基地局 2 と基地局 3 との関係の各々において数式 2 の関係が成立するかによって、移動端末が基地局 2 の近傍に存在するか否かを判定し (ステップ 302)、その結果、双方の伝搬距離差が両基地局の実距離の所定の誤差範囲内 ($\pm B$) に属すると判定されると、移動端末は基地局 3 の近傍に存在すると判定し (ステップ 312)、基地局近傍位置計算処理 (図 1 のステップ 201) へ進む。

【0031】

一方、ステップ 300、301 及び 302 のいずれの判定でも数式 2 を満足しない場合、移動端末はいずれの基地局の近傍にも存在しないと判定し (ステップ 313)、三辺測量の原理を用いた通常の位置計算処理 (図 1 のステップ 111) へ進む。

【0032】

図 2 に示す例では、移動端末は基地局 2 の近傍に存在するため、 $R_1 - R_2$ は D_{12} とほぼ等しく、 $R_3 - R_2$ は D_{32} とほぼ等しいので、ステップ 301 で数式 2 を満足し、ステップ 311 で移動端末は基地局 2 の近傍に存在すると判定され、基地局近傍位置計算処理 (図 1 のステップ 201) へ進む。

【0033】

なお、移動端末がある基地局の近傍に存在すると判定されても、他の基地局の組み合わせに対して数式 2 を適用し、移動端末が他の基地局の近傍に存在するかを判定することもできる。このとき、ステップ 300、301 及び 302 のうちの複数のステップで数式 2 が満足される（移動端末が複数の基地局の近傍に存在するかと判定される）場合は、ステップ 300、301 及び 302 のいずれか一つのステップで数式 2 を満足するように、パラメータ B の値を小さくして調整し、移動端末の最も近くに存在する基地局を特定することもできる。

【0034】

また、パラメータ B の値を大きくすると、移動端末の最も近くに存在する基地局を早く特定することができ、基地局近傍判定処理の演算量を低減することができる。

【0035】

また、図 3 には移動端末が受信可能な基地局数が 3 の場合について示したが、移動端末が多数の基地局を受信可能な場合であっても、受信信号の受信電力が強い方から三つの基地局を選択して、図 3 に示す基地局近傍判定処理を実行すれば、移動端末が基地局の近傍に存在するかを判定することができる。

【0036】

次に、基地局近傍判定処理（ステップ 200）の判定方法の別な例を説明する。

【0037】

移動端末がある基地局の近傍に存在する場合、移動端末における当該基地局からの信号の受信品質は、他の基地局からの信号の受信品質よりも良好で、且つ、当該基地局からの信号の受信品質は十分に良好であると考えられる。この受信品質を表すパラメータとして、基地局からの信号の受信電力、希望波対干渉波比（CIR）、信号対干渉雑音電力比（SIR）、信号雑音比（S/N）等を用いることができる。

【0038】

例えば 基地局からの信号の受信電力を例にすると、移動端末がある基地局の近傍に存在する場合、移動端末における当該基地局からの信号の受信電力は、他

の基地局からの信号の受信電力よりも大きく、且つ、当該基地局からの信号の受信電力は十分に大きな値を持つと考えられる。

【0039】

よって、この性質を利用して、N局の基地局（基地局1～基地局N）に対して、数式3を満足する基地局Wが存在する場合、移動端末は基地局Wの近傍に存在すると判定する。

【0040】

【数3】

$$P_w = \text{Max}(P_1, P_2, \dots, P_N) \quad \text{且つ} \quad P_w \geq P_{\text{thrd}}$$

数式3においてMax（）は括弧内に含まれる値のうち最大値を出力する関数を表す。また P_{thrd} は判定の閾値で、移動端末における各基地局からの信号の受信電力の最大値が P_{thrd} 以上となる場合、移動端末は受信電力が最大となる基地局の近傍に存在すると判定される。このとき、基地局周辺の広い範囲を基地局近傍と判定する場合は P_{thrd} に大きな値を、基地局周辺の狭い範囲を基地局近傍と判定する場合は P_{thrd} に小さな値を設定すればよい。具体的な利用目的毎の P_{thrd} の設定方法は数式2におけるパラメータBについての説明と同様である。すなわち、天気予報や渋滞情報のように、位置測定の精度が低い精度でもよい場合、 P_{thrd} の値も要求される位置測定精度（数百メートル）に相当する値とする。一方、ナビゲーションのように高い精度の位置測定が必要とされる場合は、 P_{thrd} の値も要求される位置測定精度（十メートル程度）に相当する値とする。

【0041】

図4は、数式3を用いた基地局近傍判定処理（図1のステップ200）の第2例のフローチャートである。

【0042】

まず、移動端末における各基地局からの信号の受信電力 P_n （ $n = 1, 2, \dots$ ）

・ N) を測定する (ステップ 320)。そして、測定された受信電力のうち、最大の受信電力 P_W を選定し、最大受信電力 P_W を与える基地局 W を選定する (ステップ 321)。

【0043】

そして、選定された最大受信電力 P_W と閾値 P_{thrd} とを比較した結果に基づいて、移動端末が基地局の近傍に存在するか否かを判定する (ステップ 322)。すなわち、選定された最大受信電力 P_W が閾値 P_{thrd} 以上となるか否かを判定する。

【0044】

判定の結果、 P_W が閾値 P_{thrd} 未満の場合、最大受信電力 P_W を与える基地局 W からの信号の受信電力はそれほど大きくないので、基地局 W は移動端末の遠方に存在する (移動端末は基地局の近傍に存在しない) と判定され (ステップ 323)、三辺測量の原理を用いた通常的位置計算処理 (図 1 のステップ 111) へ進む。一方、 P_W が閾値 P_{thrd} 以上の場合、最大受信電力 P_W を与える基地局 W からの信号の受信電力は大きいので、移動端末は基地局 W の近傍に存在すると判定され (ステップ 324)、基地局近傍位置計算処理 (図 1 のステップ 201) へ進む。

【0045】

以上説明した実施の形態では、各基地局が送信した信号を移動端末で受信した際の受信電力を用いたが、逆に移動端末が送信した信号を各基地局が受信した際の受信電力を用いてもよい。

【0046】

次に、基地局近傍位置計算処理 (図 1 のステップ 201) について説明する。

【0047】

図 5 は、基地局近傍位置計算処理の第 1 例のフローチャートである。

【0048】

基地局近傍判定処理 (図 1 のステップ 200) で移動端末が基地局 W の近傍に存在すると判定されると、移動端末の位置を基地局 W の位置と等しい位置とする処理を実行し (ステップ 400)、端末位置出力処理 (図 1 のステップ 112)

へ進む。すなわち、図 5 に示す基地局近傍位置計算処理では、移動端末と基地局とは同一位置にあると判定する。

【0049】

図 6 は、基地局近傍位置計算処理の別なフローチャートである。

【0050】

まず、三辺測量による位置計算で使用する方程式（数式 1）の実数解を全て計算する（ステップ 410）。移動端末がある基地局 W の近傍に存在する場合に、この実数解は基地局 W の周辺に存在する。

【0051】

次に、ステップ 410 で求められた全ての実数解の平均を移動端末の位置とする処理を実行し（ステップ 411）、端末位置出力処理（図 1 のステップ 112）へ進む。

【0052】

図 7 は、本発明の実施の形態の別な無線システムの構成図である。

【0053】

複数の基地局（例えば 3 つの基地局 101、102、103）は、公衆網や移动通信網等から構成されるネットワーク 105 を介して、サーバ 106 と接続されている。移動端末 104 はこれら基地局を介して、サーバ 106 と情報のやり取りを行う。

【0054】

移動端末位置を測定する場合には、複数の基地局が送信した信号を移動端末が受信する方法と、移動端末が送信した信号を複数の基地局で受信する方法の 2 種類が存在する。以下ではそれぞれの方式における、移動端末、サーバ及び基地局の構成と動作の例について述べる。

【0055】

複数の基地局が送信した信号を移動端末が受信する方式の場合の、第 1 の実施の形態の移動端末とサーバの構成を図 8 と図 9 に示す。

【0056】

図 8 は、第 1 の実施の形態の移動端末の構成を示すブロック図である。

【0057】

アンテナ500は基地局が送信した信号を受信する。

【0058】

信号受信部501はアンテナ500で受信した信号に高周波及び中間周波数における受信処理やAD変換等の信号処理を行う。

【0059】

受信タイミング測定部502は、信号受信部501で得られた受信信号を用いて、各基地局によって送信された信号が移動端末で受信された時刻を測定する。例えば、マッチトフィルタを用いて構成して、受信プロファイルを生成する。

【0060】

通信部506は、受信タイミング測定部502で測定された各基地局からの信号の受信時刻を、例えば、セルラ通信のような予め定められたプロトコルに従って、基地局を介してサーバ106に伝達する。

【0061】

図9は、第1の実施の形態のサーバの構成を示すブロック図である。

【0062】

通信部600は予め定められたプロトコルに従って、移動端末104から伝達されてくる各基地局からの信号の移動端末における受信時刻を受け取る。

【0063】

伝搬距離差測定部601は、移動端末から伝達されてきた受信時刻を用いて、伝搬距離差測定処理（図1のステップ110）を実行する。

【0064】

基地局近傍判定部602は、伝搬距離差測定部601で得られた伝搬距離差を用いて、基地局近傍判定処理（図1のステップ200）を実行する。

【0065】

位置計算部603は、基地局近傍判定部602による判定結果に従って、三辺測量の原理を用いた通常的位置計算処理（図1のステップ111）又は基地局近傍位置計算処理（図1のステップ201）のいずれかの位置計算処理を実行した後、端末位置出力処理（図1のステップ112）を実行する。

【0066】

次に、複数の基地局が送信した信号を移動端末が受信する方式の場合の、第2の実施の形態の移動端末とサーバの構成を図10と図11に示す。なお、前述した第1の実施の形態（図8、図9）と同一の働きをする構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【0067】

図10は、第2の実施の形態の移動端末の構成を示すブロック図である。

【0068】

アンテナ500、信号受信部501及び受信タイミング測定部502の動作は前述した第1の実施の形態と同じである。

【0069】

伝搬距離差測定部503は、受信タイミング測定部502で測定された各基地局からの信号の受信時刻を用いて、伝搬距離差測定処理（図1のステップ110）を実行する。

【0070】

通信部506は、伝搬距離差測定部503で得られた伝搬距離差を、例えば、セルラ通信のような予め定められたプロトコルに従って、基地局を介して図7のサーバ106に伝達する。

【0071】

図11は、第2の実施の形態のサーバの構成を示すブロック図である。

【0072】

通信部600は予め定められたプロトコルに従って、移動端末104から伝達されてくる移動端末と各基地局の間の伝搬距離差を受け取る。

【0073】

基地局近傍判定部602は、移動端末104から伝達されてきた伝搬距離差を用いて、基地局近傍判定処理（図1のステップ200）を実行する。

【0074】

位置計算部603は、前述した第1の実施の形態と同じ動作をする。

【0075】

図 1 2 は、複数の基地局が送信した信号を移動端末が受信する方式の場合の、第 3 の実施の形態の移動端末の構成を示すブロック図である。なお、前述した第 1 の実施の形態（図 8、図 9）、第 2 の実施の形態（図 1 0、図 1 1）と同一の働きをする構成については、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 7 6 】

アンテナ 5 0 0、信号受信部 5 0 1、受信タイミング測定部 5 0 2 及び伝搬距離差測定部 5 0 3 の動作は前述した実施の形態と同じである。

【 0 0 7 7 】

基地局近傍判定部 5 0 4 は、伝搬距離差測定部 5 0 3 で得られた伝搬距離差を用いて、基地局近傍判定処理（図 1 のステップ 2 0 0）を実行する。

【 0 0 7 8 】

位置計算部 5 0 5 は、基地局近傍判定部 5 0 4 による判定結果に従って、三辺測量の原理を用いた通常の位置計算処理（図 1 のステップ 1 1 1）又は基地局近傍位置計算処理（図 1 のステップ 2 0 1）のいずれかの位置計算処理を実行した後、端末位置出力処理（図 1 のステップ 1 1 2）を実行する。

【 0 0 7 9 】

本発明は、例えば、本出願人が先に出願した特願 2 0 0 2 - 2 6 0 7 7 2 号に開示されるような、移動端末が送信した信号を複数の基地局で受信する方式においても実施可能である。このような、移動端末が送信した信号を複数の基地局で受信する場合の移動端末の現在位置測定方法を図 1 4 と図 1 5 を用いて説明する。

【 0 0 8 0 】

図 1 5 のステップ 1 1 0 では、まず各基地局が独自に所有する時計の同期を取るための第一の信号を第一の基地局が送信し、第一の基地局以外の基地局 1 0 1、1 0 2 及び 1 0 3 が第一の信号を受信する。この際、第一の信号を受信した基地局は、第一の信号を受信した時刻をそれぞれ記録する。

【 0 0 8 1 】

次に移動端末 1 0 4 は移動端末位置を測定するための第二の信号を送信する。基地局 1 0 1、1 0 2 及び 1 0 3 は前記第二の信号を受信し、その受信時刻をそ

それぞれ記録する。ステップ110では更に、前記第一の信号の各基地局での受信時刻と、前記第二の信号の各基地局での受信時刻から、各基地局から移動端末までの信号の伝搬時間差 $T_3 - T_1$ 及び $T_2 - T_1$ を計算する。最後に前記伝搬時間差に光速を乗算することにより、移動端末から各基地局までの信号の伝搬距離の差を算出する。

【0082】

ステップ111以降の処理は、前記セルラ電話の信号を用いて、移動端末位置を算出する場合と同様の動作をする。

【0083】

図13は、移動端末が送信した信号を複数の基地局で受信する方法に本発明を適用する場合の、第4の実施の形態の基地局の構成を示すブロック図である。

【0084】

アンテナ700は移動端末が送信した信号を受信する。

【0085】

信号受信部701はアンテナ700で受信した信号に高周波及び中間周波数における受信処理やAD変換等の信号処理を行う。

【0086】

受信タイミング測定部702は、信号受信部701で得られた受信信号を用いて、移動端末によって送信された信号が当該基地局で受信された時の時刻を測定する。例えば、マッチトフィルタを用いて構成することができる。

【0087】

通信部703は、受信タイミング測定部702で測定された移動端末からの信号の受信時刻を、ネットワーク通信プロトコルに従って、サーバ106に伝達する。この場合のサーバ106の構成は第1の実施の形態(図9)と同様であり、通信部600が基地局から伝達されてくる受信時刻情報を処理する以外は、前述した第1の実施の形態(図9)と同一の動作をする。

【0088】

以上説明したように、本発明の実施の形態では、基地局101、102、103と移動端末104との間で送受信される無線信号の伝搬距離差を用いて移動端

末 104 の位置を算出する移動端末の位置計算方法において、複数の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離の差を求める伝搬距離差測定処理 110 と、前記移動端末が、前記複数の基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する基地局近傍判定処理 200 と、前記移動端末が、前記基地局のいずれの近傍にも存在しないと判定された場合に、移動端末の位置を算出する通常の位置計算処理 111 と、前記移動端末が前記基地局のうち特定の基地局の近傍に存在すると判定された場合に、移動端末の位置を計算する基地局近傍位置計算処理 201 と、前記基地局近傍位置計算処理又は前記通常の位置計算処理で計算された前記移動端末の位置を出力する端末位置出力処理 112 とを含むので、移動端末が基地局の近傍に存在する場合においても、精度良く且つ安定して移動端末の位置を測定することが可能となる。これにより、位置情報サービスの提供可能エリアが拡大し、利便性の向上を図ることができる。

【0089】

また、特に基地局近傍位置判定処理 200 及び基地局近傍位置計算処理 201 を用いることによって、位置情報サービスが要求する位置測定精度に応じた演算量の位置測定方法の提供が可能となる。すなわち、位置測定結果の利用目的に応じて、基地局近傍判定処理の第 1 例（図 3）のパラメータ B の値や、同第 2 例（図 4）のパラメータ P_{thrd} の値を変化させることによって、後段の位置計算において、演算量の大きな三辺測量位置計算ステップ 111 を回避し、演算量の小さな基地局近傍位置計算処理の第 1 例（図 5）によって移動端末の位置を計算することができる。具体的には、三辺測量位置計算ステップでは数十万回の演算が必要となるのに対し、基地局近傍位置計算処理の第 1 例では数十回程度の演算で足り、演算量を一万分の一程度に削減することができる。

【0090】

このように利用目的に応じた演算量の位置計算を実行することで、利用目的に応じた演算器の使用が可能となり移動端末や位置情報サービスのコスト低下を実現することができる。

【0091】

特許請求の範囲に記載した以外の本発明の観点の代表的なものとして、次のも

のがあげられる。

【 0 0 9 2 】

前記基地局近傍判定手段は、

前記複数の基地局のうち一つの基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離と、前記複数の基地局のうち他の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離との差が、前記一つの基地局と前記他の基地局との間の距離に対して所定の範囲内（例えば、前記一つの基地局と前記他の基地局との間の距離に対して、移動端末の位置の要求精度に応じた値の範囲）に存在するか否かを判定し、

前記複数の基地局のうちいずれの基地局も前記条件を満足しない場合は、前記移動端末は前記複数の基地局のうちいずれの基地局の近傍にも存在しないと判定し、前記複数の基地局のうちいずれかの基地局が前記条件を満足する場合は、前記移動端末は前記条件を満足する基地局の近傍に存在すると判定する位置測定装置。

【 0 0 9 3 】

前記基地局近傍判定手段は、

前記移動端末における前記複数の基地局からの信号の受信品質を測定し、前記受信品質と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が前記複数の基地局のうちいずれかの基地局の近傍に存在するか否かを判定する位置測定装置。

【 0 0 9 4 】

前記基地局近傍判定手段は、

前記移動端末における前記複数の基地局からの信号の受信品質を測定し、前記測定された受信品質のうち最大値と当該最大値を与える基地局を探索し、前記探索された受信品質の最大値と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が前記複数の基地局のうちいずれかの基地局の近傍に存在するか否かを判定する位置測定装置。

前記基地局近傍判定手段は、

前記複数の基地局における前記移動端末からの信号の受信品質を測定し、前記受信品質と予め定められた閾値との比較結果に基づいて、前記移動端末が前記複数の基地局のうちいずれかの基地局の近傍に存在するか否かを判定する位置

測定装置。

【0095】

前記基地局近傍判定手段は、
前記複数の基地局における前記移動端末からの信号の受信品質を測定し、
前記測定された受信品質のうち最大値と当該最大値で受信する基地局を探索し、
前記探索された受信品質の最大値と予め定められた閾値との比較結果に基づいて
、前記移動端末が前記複数の基地のうちのいずれかの基地局の近傍に存在するか
否かを判定する位置測定装置。

【0096】

前記基地局近傍位置計算手段は、前記移動端末の近傍に存在すると判定された
基地局の位置を前記移動端末の位置とする位置測定装置。

【0097】

前記基地局近傍位置計算手段は、前記伝搬距離差測定手段によって求められた
伝搬距離差を用いて得られる移動端末位置の複数の候補を計算し、前記計算され
た移動端末の位置の複数の候補を合成して前記移動端末の位置とするに記載の位
置測定装置。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態の位置計算方法のフローチャートである。

【図2】

本発明の実施の形態の無線システムの構成図である。

【図3】

本発明の実施の形態の基地局近傍判定処理の第1例のフローチャートである。

【図4】

本発明の実施の形態の基地局近傍判定処理の第2例のフローチャートである。

【図5】

本発明の実施の形態の基地局近傍位置計算処理の第1例のフローチャートであ
る。

【図6】

本発明の実施の形態の基地局近傍位置計算処理の第2例のフローチャートである。

【図7】

本発明を用いて移動端末の位置を測定する場合のシステム構成の例

【図8】

本発明の第1の実施の形態の移動端末の構成を示すブロック図である。

【図9】

本発明の第1の実施の形態のサーバの構成を示すブロック図である。

【図10】

本発明の第2の実施の形態の移動端末の構成を示すブロック図である。

【図11】

本発明の第2の実施の形態のサーバの構成を示すブロック図である。

【図12】

本発明の第3の実施の形態の移動端末の構成を示すブロック図である。

【図13】

本発明の第3の実施の形態の基地局の構成を示すブロック図である。

【図14】

従来の無線システムの構成図である。

【図15】

従来の位置計算方法のフローチャートである。

【符号の説明】

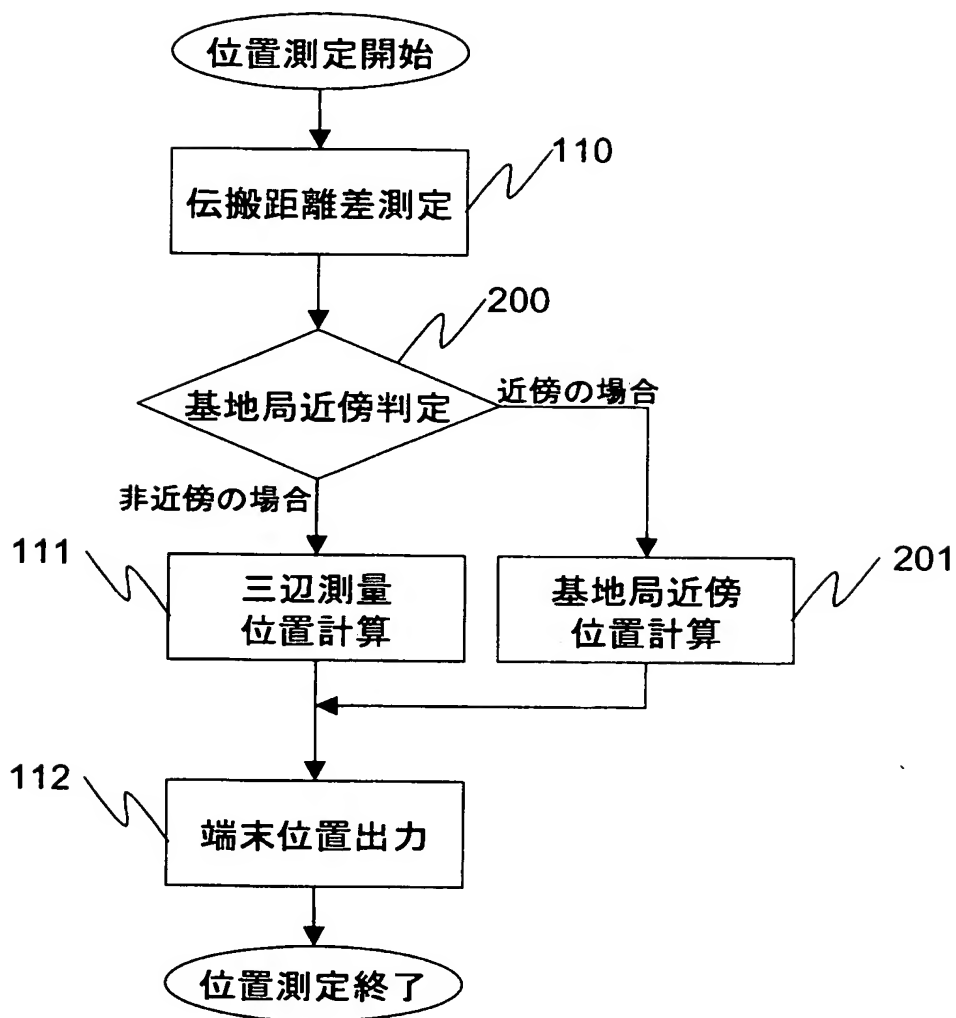
- 101、102、103 基地局
- 104 移動端末
- 105 ネットワーク
- 106 サーバ
- 110 伝搬距離差測定ステップ
- 111 三辺測量位置計算ステップ
- 112 端末位置出力ステップ
- 200 基地局近傍判定ステップ

- 201 基地局近傍位置計算ステップ
- 300、301、302 3 基地局時の基地局近傍判定ステップ
- 310、311、312、324 基地局近傍時の判定ステップ
- 313、323 基地局非近傍時の判定ステップ
- 400 端末位置決定ステップ
- 410 三辺測量方程式求解ステップ
- 411 実数解平均ステップ
- 500、700 アンテナ
- 501、701 信号受信部
- 502、702 受信タイミング測定部
- 503、601 伝搬距離差測定部
- 504、602 基地局近傍判定部
- 505、603 位置計算部
- 506、600、703 通信部

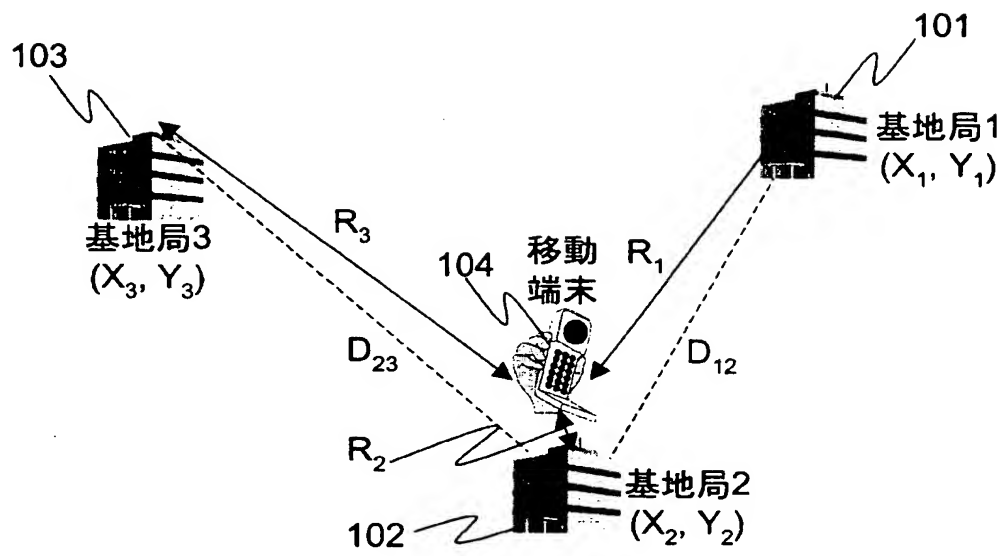
【書類名】

図面

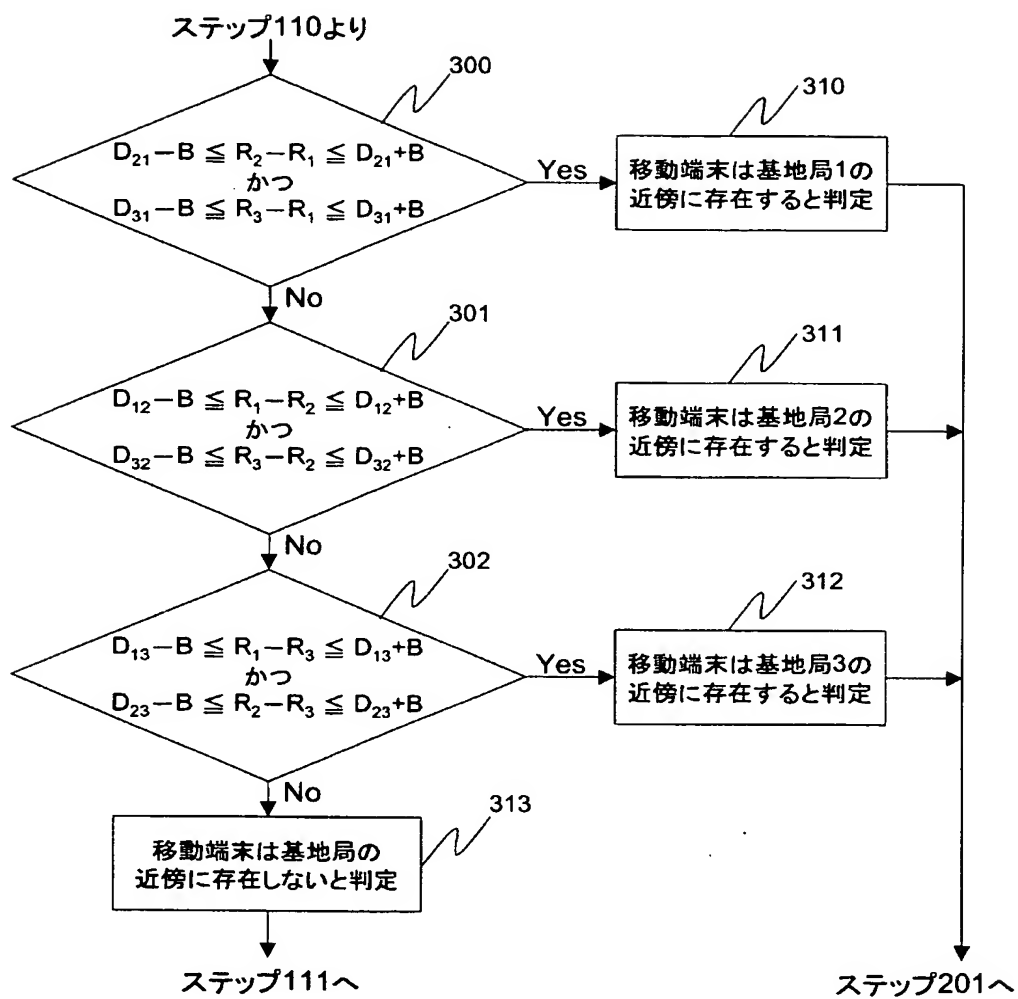
【図 1】



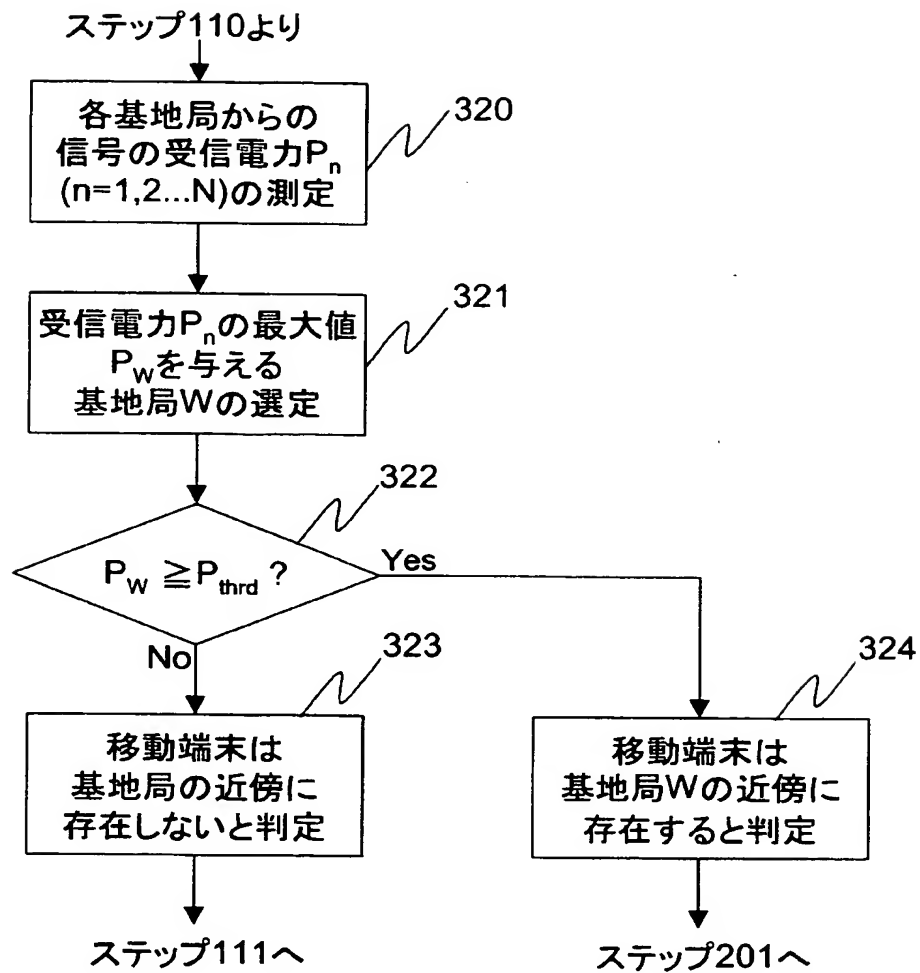
【図2】



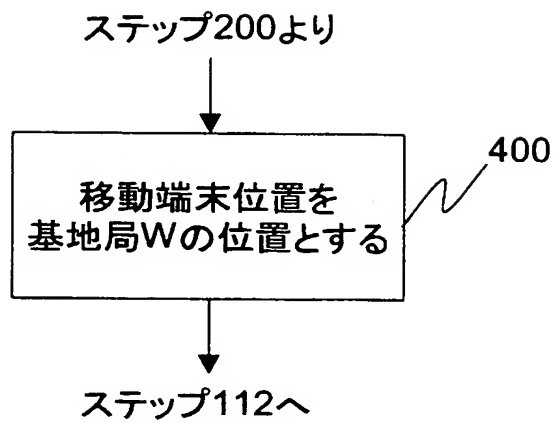
【図 3】



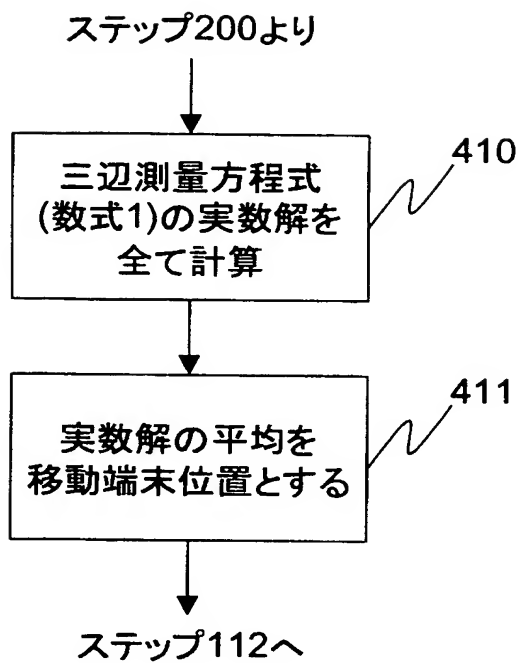
【図 4】



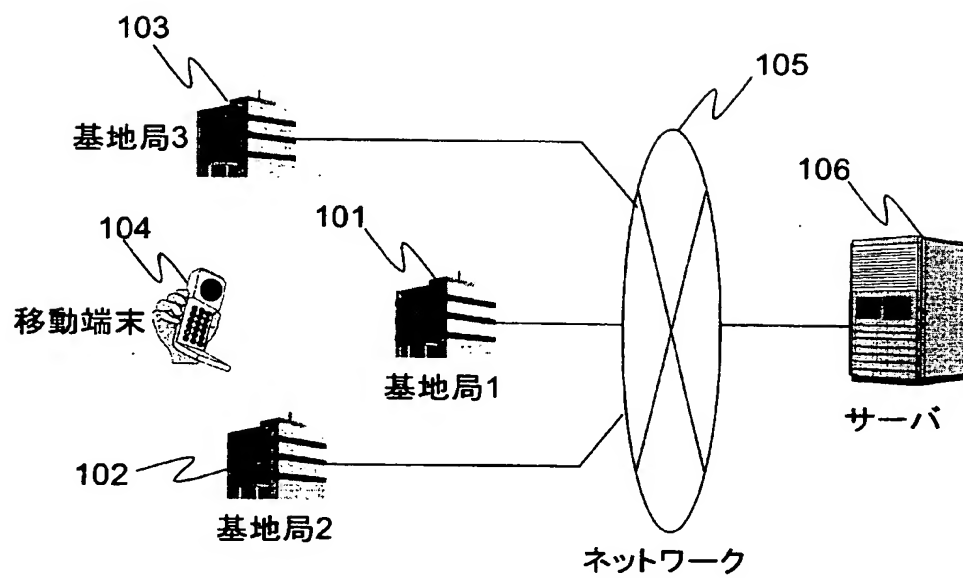
【図 5】



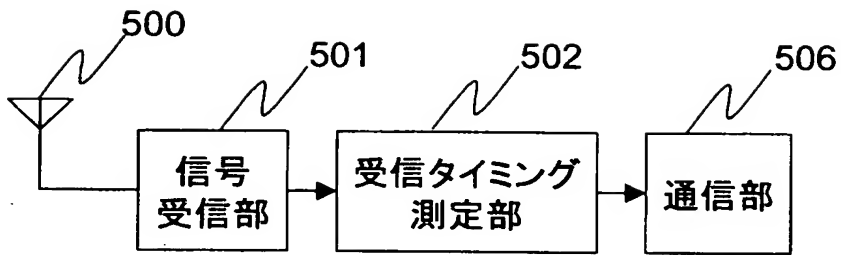
【図 6】



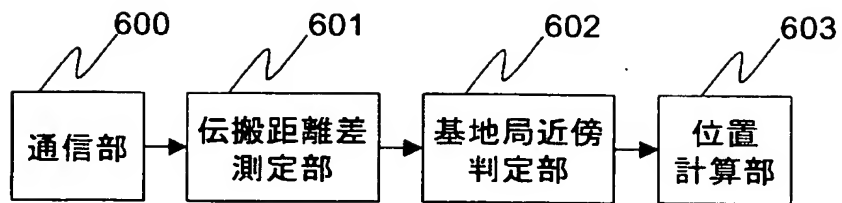
【図7】



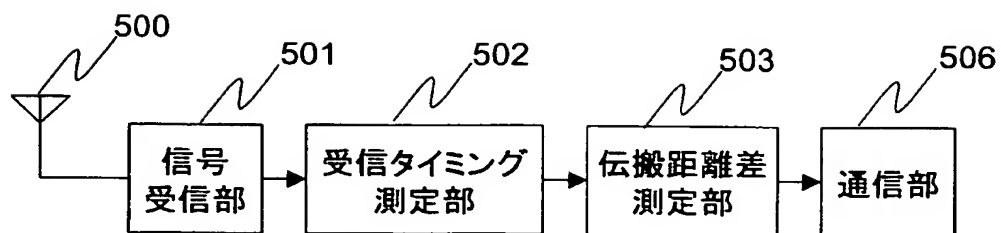
【図 8】



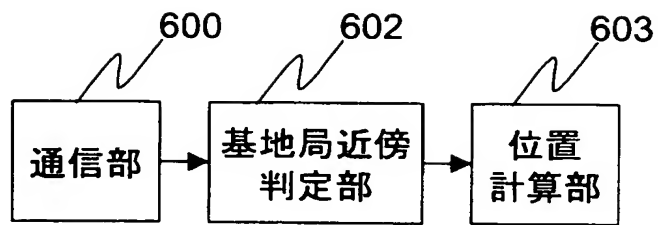
【図 9】



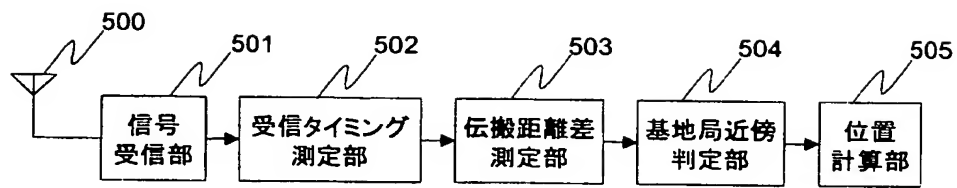
【図 10】



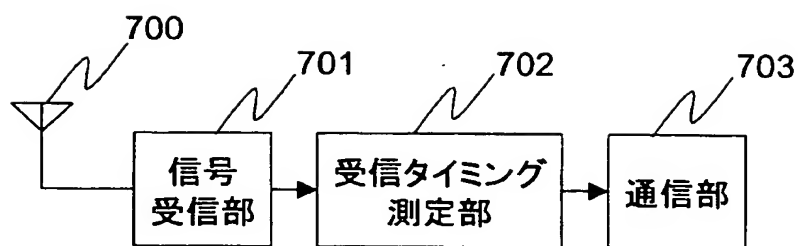
【図 11】



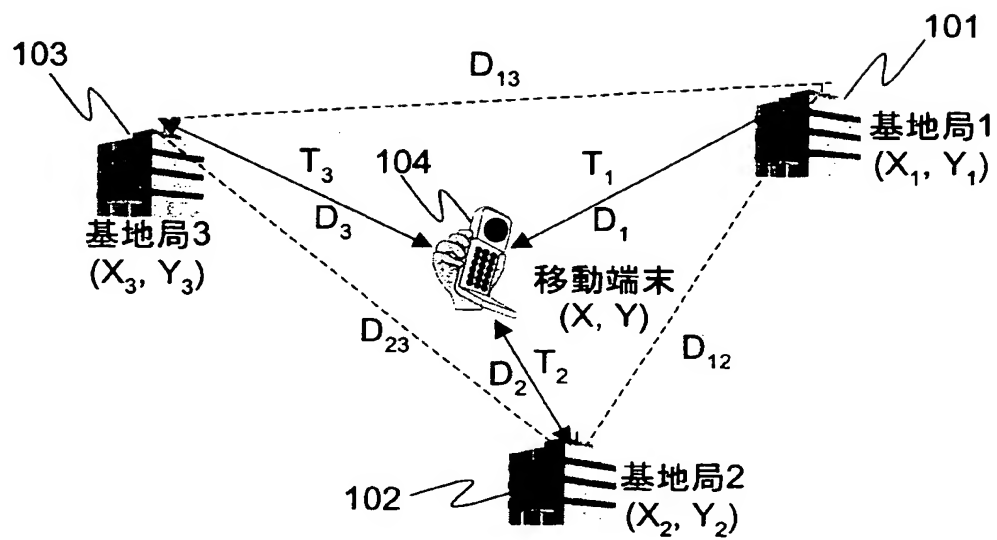
【図 12】



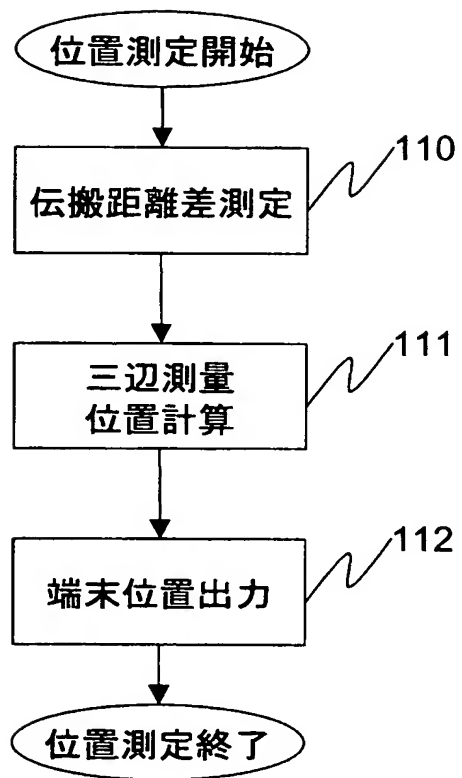
【図 13】



【図14】



【図 15】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 移動端末が基地局の近傍に存在する場合も、精度良く移動端末の位置を測定する。

【解決手段】 基地局と移動端末との間で送受信される無線信号の伝搬距離差を用いて移動端末の位置を算出する移動端末の位置計算方法において、複数の基地局と移動端末の間の信号の伝搬距離の差を求める伝搬距離差測定処理と、前記移動端末が前記複数の基地局のいずれかの近傍に存在するか否かを判定する基地局近傍判定処理と、前記移動端末が前記基地局のいずれの近傍にも存在しないと判定された場合に、移動端末の位置を算出する通常的位置計算処理と、前記移動端末が前記基地局のうち特定の基地局の近傍に存在すると判定された場合に、移動端末の位置を計算する基地局近傍位置計算処理と、前記基地局近傍位置計算処理又は前記通常的位置計算処理で計算された前記移動端末の位置を出力する端末位置出力処理とを含む。

【選択図】 図 1

特願 2003-050919

出願人履歴情報

識別番号

[000005108]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名

株式会社日立製作所